

La señal de vídeo

Autores: Manuel Armenteros Gallardo y Francisco Utray
Delgado

Universidad Carlos III de Madrid

Grupo de investigación TECMERIN

Resumen: En este artículo se presentan de forma divulgativa y sencilla, los fundamentos técnicos de la señal de vídeo, orientado a un lector sin formación tecnológica específica, cómo pueden ser los estudiantes de Periodismo o de Comunicación Audiovisual. Se abordan aspectos como la formación de la imagen en sensores digitales (CCD; CMOS) para la generación de una señal de video y la codificación de esta información para ser utilizada en sistemas de almacenamiento y edición. Se repasan las distintas normas técnicas utilizadas en la industria del video y la televisión y cuyo conocimiento es imprescindible para los profesionales de comunicación audiovisual en la era digital. Las normas de codificación del color y la luminancia, las técnicas de compresión, la relación de aspecto del pixel, los sistemas de exploración progresivos y entrelazados y las normas de televisión de alta definición son algunos de los conceptos técnicos que se presentan.

Palabras clave: TV digital, señal de video, exploración de imagen, alta definición.

LA SEÑAL DE VÍDEO

Manuel Armenteros Gallardo & Francisco Utray Delgado

Una imagen se forma al incidir la luz en un soporte fotosensible tras pasar a través del objetivo de una cámara. Este soporte fotosensible puede ser una película fotográfica o un soporte electrónico. Los soportes tradicionales fotoquímicos utilizados en fotografía y cine desde sus orígenes están siendo sustituidos en casi todos los casos por los sensores fotoeléctricos tipo CCD (Charged-Coupled Device) o CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) que utilizan las nuevas cámaras de fotografía, vídeo y cine digital.

Estos dispositivos electrónicos se ocupan de asignar un valor de voltaje eléctrico que se corresponde con el nivel de luminosidad o con el color de cada uno de los puntos (*píxels*) que conforman la imagen y posteriormente de convertir estos impulsos eléctricos en valores binarios que puedan ser almacenados en un soporte digital.

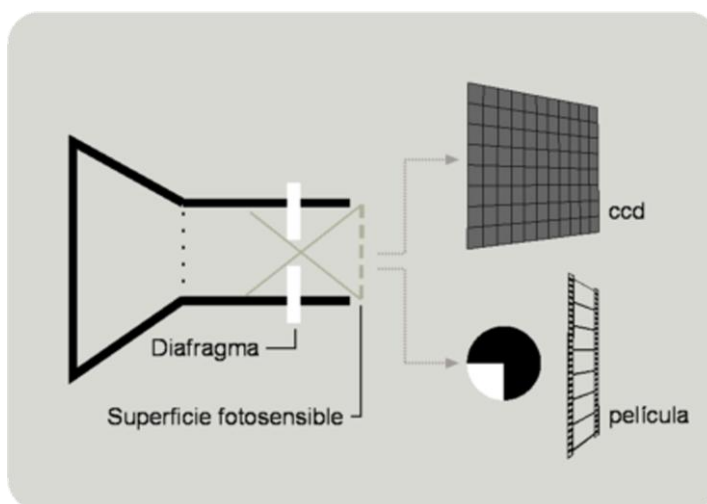


Figura 1 Formación de la imagen en diferentes soportes. (Gráfico: Manuel Armenteros)

La formación de la imagen en sensores CCD

En el dispositivo de captura de imágenes CCD existen dos zonas: la *zona fotoactiva* y la *zona de transmisión*.

En la *zona fotoactiva*, los condensadores acumulan una carga eléctrica proporcional a la intensidad de la luz que reciben en ese píxel concreto. Un circuito de control (*zona de transmisión*) permite que cada condensador transmita esa carga, midiendo su voltaje y codificándola para ser almacenada en una memoria digital. Y este proceso se repite para cada uno de los píxeles de la imagen y tantas veces por segundo como requiera el sistema de vídeo con el que se está grabando.

Las cámaras, con sus dispositivos CCD, analizan las tres componentes de color de la imagen: verde, azul y rojo (abreviado "RGB", del inglés *Red, Green, Blue*). A partir de estas componentes, las células fotoeléctricas son capaces de registrar cualquier color visible con todos sus matices. Para descomponer una imagen en sus canales de color RGB, se utilizan unos filtros de color denominados prismas dicróicos. Así las cámaras profesionales disponen de tres CCD y dedicarán cada uno de ellos a escanear cada componente de color de la imagen.

Sin embargo la mayoría de las cámaras que se fabrican utilizan un solo CCD mediante la tecnología de la máscara de Bayer, que proporciona una trama para cada cuadrado de cuatro píxeles, de forma que un píxel registra luz roja, otro luz azul y dos píxeles se reservan para la luz verde (tal como ocurre en el ojo humano, que es más sensible a la luz verde que a los colores rojo o azul).

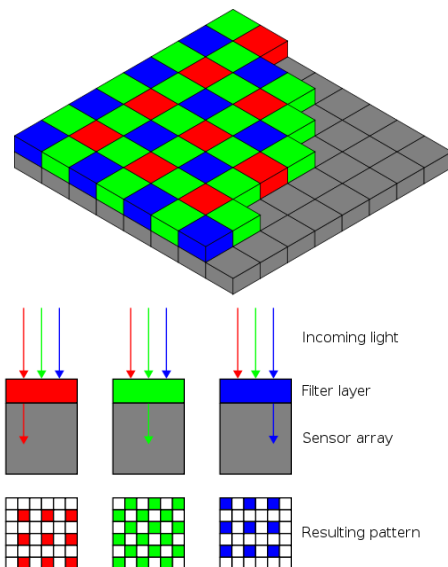


Figura 2 Estructura de un CCD Bayer.
colores. (Gráfico: cortesía Wikipedia CC)

Figura 3 Filtros para separar
colores. (Gráfico: cortesía Wikipedia CC)

El resultado final con la utilización de un solo CCD es, por tanto, más favorable a la información de luminosidad que a la de color. De aquí que se consiga mayor calidad utilizando cámaras con tres sensores CCD que sean capaces de analizar por separado las tres fuentes de color primarias (RGB). Para escanear la imagen con tres sensores, el prisma dicroico separa las componentes de color rojo, verde y azul y se codifican tres señales independientes que contienen cada una la información de color que corresponde a cada uno de los píxeles de la imagen. Estos sistemas son más caros que los basados en máscaras de color sobre un único CCD y la señal digital resultante es de mayor tamaño puesto que contiene la información de color completa de todos los píxeles.

La resolución, o grado de detalle con que la fotografía reproduce el motivo captado, dependerá del número de células fotoeléctricas del CCD. A mayor número de píxeles, mayor resolución.

La formación de la imagen en sensores CMOS

La tecnología del sensor CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) se basa, al igual que el sensor CCD, en acumular una carga eléctrica para cada píxel que varía en relación directa

con la intensidad de luz que recibe el sensor. A diferencia del CCD, el CMOS realiza la digitalización de la información recibida píxel a píxel.

Como el proceso de digitalización se da en el propio píxel, los sensores CMOS eliminan efectos indeseados como el contagio de la luz a píxeles adyacentes, tienen una velocidad de respuesta superior para las mismas condiciones de luz, y consumen menos. Por el contrario, presentan una menor calidad de imagen que los CCD para las mismas condiciones de luz, por lo que suelen requerir un mínimo de iluminación para dar una respuesta óptima.

Interoperabilidad

Una vez que las imágenes han sido codificadas en una señal eléctrica, la información puede ser almacenada, en dispositivos analógicos o digitales, o transmitida por una red de telecomunicaciones y presentada en los distintos dispositivos de recepción y reproducción de imágenes en movimiento.

Para asegurar la compatibilidad de los equipos de captación de imagen, grabación, transmisión y recepción, desde los inicios de la televisión fue necesario establecer estándares tecnológicos internacionales. Mediante estas normas técnicas se han establecido los distintos modelos de televisión que se han utilizado en el mundo, concretando aspectos como la resolución de la imagen, la frecuencia de fotogramas por segundo o los procesos de exploración.

Resolución espacial

La resolución es la cantidad de información escaneada por el sensor y determina la capacidad de la imagen de reproducir los detalles. Se denomina resolución espacial el número total de píxeles que forman la imagen aunque generalmente se indica el número de píxeles horizontales y verticales. Cuanto mayor sea la resolución espacial mayor calidad tendrá la imagen. Así cuando nos referimos a una imagen de 1.920 píxeles horizontales por 1.080 verticales estamos ante una imagen de 2.073.600 píxeles de resolución espacial. Es lo que en el mercado doméstico de la fotografía, para simplificar, se expresa como una resolución de 2 megapíxeles. Pero en la industria del video profesional y la

postproducción se emplea generalmente la forma más precisa 1920x1080.

Para las resoluciones más altas que se utilizan en cine digital se suele usar otra forma para indicar la resolución espacial: para el formato 1:85 se utiliza la abreviatura 2K para la resolución 1998x1080 y 4K para 3996x2160.

Frecuencia de fotogramas

La frecuencia de fotograma es el número de imágenes por segundo que se presentan para crear la ilusión del movimiento. En cine tradicionalmente se ha utilizado una frecuencia de 24 fotogramas por segundo (fps) para la captación pero en proyección de presentan dos veces cada fotograma con el fin de alcanzar una frecuencia de proyección de 48 fps y evitar el efecto de parpadeo.

En los entornos de video digital y animación encontramos distintas frecuencias de fotogramas para adaptarse a las distintas normas técnicas o a las características del proyecto. En EEUU se suelen utilizar 30 fps y en Europa 25 fsp para mayor compatibilidad con la frecuencia de la energía eléctrica que se utiliza en estas zonas geográficas.

La exploración de la imagen

En los inicios de la televisión, con la finalidad de aumentar la frecuencia de presentación de imágenes y evitar la percepción de un efecto de parpadeo, las normas técnicas establecieron la división de cada fotograma o cuadro [*frame*] en dos campos [*field*], el primero compuesto por las líneas impares de la imagen y el segundo por las líneas pares. Es lo que se ha denominado como barrido entrelazado. Más adelante, con la aparición de los sistemas informáticos, se definió otra norma para la exploración de la imagen consistente en un barrido continuado, línea tras línea, de toda la superficie del fotograma o cuadro. Es lo que se denominó exploración progresiva. En los próximos párrafos vamos a detenernos con más detalle en cada una de estas dos modalidades de exploración de la imagen.

Exploración entrelazada

La técnica de vídeo entrelazado divide cada fotograma o cuadro [frame] en dos campos [field] mejorando así la percepción del movimiento. La velocidad de exploración en la norma europea de televisión en color PAL es de 25 cuadros por segundo y por lo tanto de 50 campos por segundo.

En sus inicios la exploración entrelazada se implantó en la televisión analógica precisamente para aumentar la frecuencia de exposición, ya que el efecto de parpadeo es muy notable a una frecuencia de 25 imágenes por segundo y desaparece completamente a 50. Este efecto sensorial se produce por la *persistencia retiniana*, es decir, la permanencia de las imágenes en la retina del ojo, que facilita, en el sistema de percepción visual, la ilusión de movimiento.

Para evitar el efecto parpadeo y asegurar una percepción del movimiento continuo, la norma europea de televisión optó por incrementar la velocidad de aparición hasta 50 cuadros por segundo mediante la exploración entrelazada.

En la actualidad las televisiones aumentan la frecuencia de exposición de imágenes hasta 100 por segundo (televisores de 100Hz), repitiendo dos veces cada cuadro, consiguiendo así mayor estabilidad en el brillo de cada píxel.

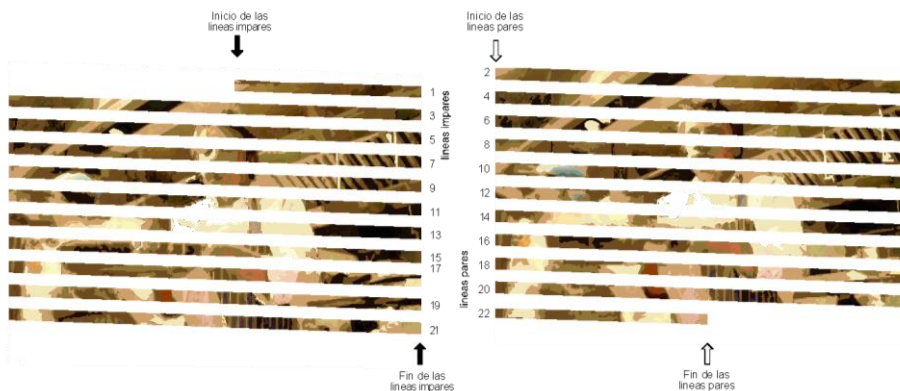


Figura 4 Sentido del haz en la lectura de las líneas de imagen sobre la pantalla del televisor de tubo. (Gráfico: Manuel Armenteros)

Exploración progresiva

La exploración progresiva consiste en la exploración secuencial de cada línea de la imagen. El efecto parpadeo se compensa utilizando una frecuencia de barrido de 50 o 100 Hz en el equipo de visionado.

Tanto los monitores de ordenador como la mayoría de las pantallas de alta definición LCD o plasma, utilizan la *exploración progresiva*. Se puede afirmar por lo tanto que los entornos digitales han adoptado mayoritariamente el sistema de exploración progresiva. El aumento de dispositivos de visionado basados en exploración progresiva está permitiendo que todo el proceso de adquisición, procesamiento, transmisión y reproducción de las señales se haga con un mismo sistema de exploración, lo que está evitando efectos derivados de la conversión de entrelazado a progresivo.

Una de las desventajas de la *exploración progresiva* es que necesita mayor ancho de banda que la entrelazada para la transmisión de las señales. Este es el motivo por el cual las nuevas normas de televisión de alta definición siguen considerando válida la opción de la exploración entrelazada como es el caso del formato de HDTV 1080i. Por otra parte, como hemos visto anteriormente, el sistema PAL de exploración entrelazada descompone el movimiento en 50 campos por segundo, consiguiendo así mayor fluidez en la representación del movimiento que con el sistema progresivo a 25 imágenes por segundo.

Cuando un dispositivo de monitorización, basado en exploración progresiva recibe una señal entrelazada, es preciso pasar de entrelazado a progresivo mediante un proceso de conversión.

Las aplicaciones de edición y posproducción de vídeo permiten trabajar con ambas formas de exploración, y aunque estemos utilizando un vídeo con las imágenes exploradas en entrelazado podremos verlo en el monitor del ordenador gracias a la conversión que realiza el propio reproductor.

La proporción del píxel

Los píxeles son los elementos unitarios más pequeños que conforman la imagen digital. El sistema europeo de televisión en

color PAL, que veremos más adelante en este capítulo (ver pág. 17), tiene 625 líneas (576 líneas activas) y 720 píxeles por línea (702 píxeles activos). Decimos por ello que un cuadro (*frame*) de televisión PAL de definición estándar tiene una resolución de 702 x 576 píxeles.

La *proporción* del píxel, o su *relación de aspecto*, describe el tamaño que tiene su altura en relación con su anchura. Muchas imágenes digitales tienen píxeles cuadrados. Sin embargo la proporción de los píxeles de las imágenes de vídeo varían en función de las normas técnicas de televisión.

Para calcular la proporción de un píxel de televisión PAL de definición estándar, dividimos las 576 líneas entre los 702 píxeles activos por línea y lo multiplicamos por la relación de aspecto del cuadro, 4/3. Obtenemos así que la relación de aspecto del píxel en la imagen PAL es de 1,094, mientras que en NTSC es 0,9 ($525/702 \cdot 4/3$). Es decir, en PAL, el aspecto del píxel es más ancho que alto, y el aspecto del píxel en NTSC es más alto que ancho. En algunos formatos de vídeo panorámicos, la relación de aspecto del píxel es aún más ancha. Los ordenadores en cambio, utilizan por defecto píxeles cuadrados.

Si queremos incorporar a una edición de vídeo un gráfico generado en el ordenador, debemos crearlo con la relación de aspecto final del formato de vídeo, pues de lo contrario aparecerá distorsionado. Por ejemplo, un círculo creado con un píxel cuadrado (relación 1:1) en una secuencia de vídeo NTSC se verá comprimido lateralmente, y en una secuencia de vídeo en PAL se verá estirado lateralmente.



Figura 5 Aspecto que presentaría un círculo creado con una relación de aspecto de 1:1 (ordenadores) y visualizado en una configuración de pantalla para sistema PAL

(1,094:1), a la izquierda, y en una configuración de pantalla para sistema NTSC (0,9:1), a la derecha.

Los programas de creación y edición de imágenes como Photoshop permiten configurar la relación de aspecto del píxel [*píxel aspect ratio*] para adaptarse al formato final en el que se va a utilizar el gráfico y evitar estas deformaciones. Por ejemplo, si se visualiza en el programa Photoshop la imagen de una pelota con la *relación de aspecto* del píxel ajustada para PAL Panorámico, se verá comprimida lateralmente. Sin embargo, si se activa la opción de visualizar con la relación de aspecto original, se escala la imagen dejando la circunferencia perfecta sin la deformación ovalada.

Lo mismo ocurre en los programas de edición de vídeo. Una vez importado el archivo a la carpeta de proyectos, el programa de edición no siempre reconoce el *aspecto* del píxel del archivo de vídeo, por lo que hay que indicárselo al programa. Para saber qué aspecto de píxel tiene el archivo, se pueden consultar las características del archivo, y así poder ajustar el archivo y el proyecto de vídeo con las mismas características de *aspecto* del píxel.

Actualmente la tendencia en las nuevas normas de televisión y vídeo de alta definición es la utilización del píxel cuadrado. Es habitual en postproducción cuando tenemos que incorporar materiales con otros formatos hacer una conversión previa para trabajar con píxeles cuadrados.

El color en televisión y los sistemas de codificación de la luminancia y la crominancia

¿Cómo se reproduce el color en televisión? El color de una imagen se sintetiza en sus tres componentes de color fundamentales: el rojo, el verde y el azul.

El sistema de mezcla de colores utilizado es el aditivo, que a partir de los colores primarios de la luz (rojo, verde y azul) puede formar el blanco y el resto de colores visibles por el ojo humano.

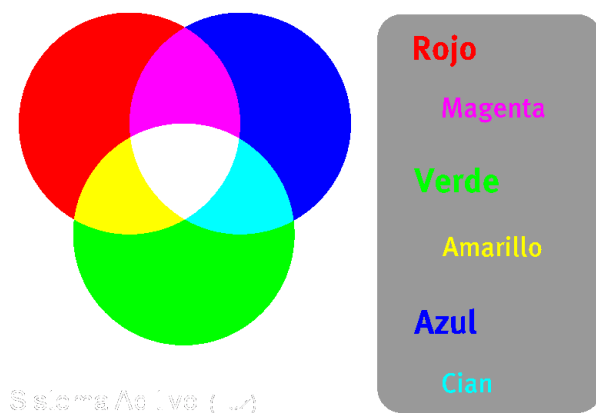


Figura 6 Mezcla aditiva de colores: a partir de los tres colores primarios de la luz se obtiene el blanco y el resto de colores del espectro visible. (Gráfico: Manuel Armenteros)

La información sobre brillo y color que recogen los píxeles de las cámaras de fotografía y vídeo tiene que ser codificada de forma normalizada para que pueda ser posteriormente interpretada por los diferentes dispositivos de almacenamiento y de reproducción.

Profundidad de color (bit depth)

Cada pixel puede ser codificado con un número variable de bits. El bit es la unidad mínima de la codificación binaria que solo puede tener dos estados: uno o cero. Por lo tanto si solo disponemos de un bit para describir un pixel podremos usarlo para indicar si es blanco (1) o negro (0). Si disponemos de más bits para describir un pixel podremos utilizarlo para expresar toda una gama de niveles de gris y la utilización de varios bits para cada componente de color RGB nos permitirá alcanzar la precisión de color necesaria que requiere una imagen fotográfica.

El número de bits que se utiliza para cada componente de color se conoce como la profundidad de color o la profundidad de bits (*Component bit depth*). Mayor profundidad de color (más bits de información por píxel) significa más colores disponibles y representación del color más precisa.

La profundidad de color más habitual es de 8 bits por canal, es decir una imagen de 24 bits (8 bits para la componente roja, 8

para el verde y 8 para el azul). Es lo que también se conoce como color verdadero (*true color*) porque es la resolución de color que se necesita para una imagen de calidad fotográfica.

Para elementos gráficos compuestos con colores planos, se podría utilizar una profundidad de color inferior, pero 24 bits es suficiente para cubrir la capacidad perceptiva del ojo humano. Para aplicaciones de alta calidad como el cine digital o determinadas herramientas de postproducción se puede utilizar mayor profundidad de color: 10 bits, 16 bits e incluso 32 bit por canal para las imágenes de alto rango dinámico (HDR) que contienen más información de brillo y color de la que puede ver el ojo humano en un monitor digital.

Las normas de televisión en color

Existen distintas normas de codificación de la señal de vídeo con unas características de calidad y conexionado específicas. Obsérvese, por ejemplo, la diversidad de conectores de vídeo que tiene cualquier pantalla de televisión de las que se comercializan actualmente.

En los siguientes párrafos vamos a presentar los distintos tipos de codificación de la señal de luminancia y crominancia de la señal de vídeo y las características técnicas de cada una de ellas.

El primer sistema de televisión en color que se implantó en el mundo fue el NTSC (*National Television System Committee*) desarrollado en los Estados Unidos de América a principios de los años 50. Estableció una frecuencia de 30 cuadros por segundo con exploración entrelazada (60 campos por segundo) con 525 líneas y una relación de aspecto de cuatro tercios. Se desarrolló bajo la premisa de ser compatible con el sistema de blanco y negro para permitir que la población pudiera cambiar paulatinamente a la televisión en color. Para ello fue preciso codificar por separado la información de brillo [luma / luminancia] y la de color [croma / crominancia].

En Europa se adoptó en los años 60 una versión mejorada de la norma americana denominada PAL (*Phase Alternating Line*) por adaptarse mejor a las características técnicas del contexto europeo. En este caso, la norma se define para una frecuencia de 25 imágenes por segundo mediante exploración entrelazada (50 campos por segundo) con 625 líneas, y al igual que en el sistema NTSC, una proporción de cuadro de cuatro tercios. En Francia se

desarrolló previamente otro sistema denominado SECAM (*Séquentiel Couleur à Mémoire*) muy parecido técnicamente al PAL.

Cada país del mundo tuvo entonces que elegir entre uno de estos tres estándares para la implantación de su televisión en color. EEUU, Japón y parte de Sudamérica se decantaron por el sistema NTSC. Francia Rusia y algunos países africanos eligieron el SECAM y en el resto del mundo se utilizó el sistema PAL, que fue el último en llegar pero, claramente, el de mayor calidad.

En todas estas normas de la era analógica, se codificaba de forma separada el brillo y el color, o lo que es lo mismo la luminancia y la crominancia, para garantizar la compatibilidad con los sistemas de televisión en blanco y negro.

Señal de vídeo compuesto

La señal de vídeo compuesto es la señal de vídeo analógico que se utilizó para la televisión en los procesos de grabación, transmisión y reproducción. A través de un solo cable coaxial se transportan los componentes de luminancia, crominancia y las señales de sincronismo.

Al tratar toda la información de forma conjunta se produce cierta pérdida en la señal, lo que provoca que la imagen final tenga unos colores y una definición de imagen de peor calidad que la que obtendríamos con una *señal por componentes* o por *señal RGB*.

Este tipo de señal, a pesar de su inferior calidad, es la señal analógica más extendida en el mercado doméstico, gracias a su simplicidad de conexión y por ofrecer una calidad de imagen aceptable para un ámbito doméstico de pantallas de resolución estándar.

El conector más habitual para transportar la señal de vídeo compuesto es un RCA de color amarillo, que comúnmente va acompañado de otros dos conectores, rojo y blanco, que llevan la señal de audio estéreo.



Figura 7 Conector RCA para señal de vídeo compuesto. (Fotografía cortesía de Juan Pedro Ramos)

Señal de vídeo S-Vídeo

El *S-Vídeo*, (*Separate Video*) es un sistema de transmisión de vídeo analógico que codifica la luminancia y el color de forma separada. Se creó para ofrecer una mayor calidad que el vídeo compuesto en el ámbito doméstico.

Se compone de dos señales: Y para la luminancia y C para el color, de ahí la abreviatura Y/C. La señal Y transporta la información de luminancia, es decir de vídeo en blanco y negro, mientras que la C informa sobre los valores de color.

El conector más utilizado para la señal S-Vídeo es del tipo mini-DIN de 4 pines. También son comunes los mini-DIN de 7 pines.



Figura 8 Conector S-Vídeo. (Fotografía cortesía de Juan Pedro Ramos)

Señal de vídeo por componentes

La separación de la información de luminancia y crominancia para usos profesionales se concretó en la llamada señal de *vídeo por componentes* que es una adaptación de la señal RGB. Su función es respetar al máximo los niveles de calidad obtenidos de las cámaras, sin tener en cuenta las limitaciones de ancho de banda propias de la transmisión de televisión. Se trata por lo tanto de un tipo de señal utilizada en entornos de producción profesional y eventualmente en equipos de reproducción de vídeo de alta calidad.

La triple señal de vídeo perteneciente al color rojo, verde y azul, suministrada por el dispositivo captador de imagen, debe ser transformada en una señal que, por un lado, sea compatible con la televisión en blanco y negro y que por otro no ocupe un ancho de banda superior al de la señal original RGB. En su destino final, ya sea una pantalla doméstica o en un monitor profesional, será necesario volver a convertirla a la señal original RGB sin pérdida de calidad.

Las tres señales correspondientes al Rojo, Verde y Azul de la imagen se transforman en otras tres que representan, por un lado, la luminancia de la imagen, es decir la imagen en tonos grises, y que se representa por la letra Y; y por otro, se obtienen las dos señales que portan la información del color, denominadas componentes del color R-Y y B-Y, tal como veremos a continuación. Normalmente nos referimos al vídeo por componentes como Y, C_B, C_R o como Y, U, V.



Figura 9 Conector para señal de vídeo por componentes. (Fotografía cortesía de Juan Pedro Ramos)

La señal de luminancia está formada por un 30% de la señal roja (R), un 59% de la señal verde (G) y un 11% de la señal azul (B). Porcentajes diferentes por analogía a la percepción humana, que es más sensible a unos colores que a otros. Por lo que la luminancia (Y) o brillo queda expresada matemáticamente por la fórmula: $Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B$.

Gracias a esta fórmula se puede enviar toda la información de color y luminancia a través de 3 señales diferentes ('Y, B-Y, R-Y' también expresado como 'Y, U, V' o 'Y, C_B, C_R') en vez de 4 (Y, R, G, B), lo que nos permite reducir el ancho de banda manteniendo la misma calidad y separación de las señales.

La señal YUV por tanto contendrá la información de luminancia (Y) separada de los colores, y la de crominancia la obtendrá de la siguiente manera:

$U = (R-Y) \rightarrow$ información del rojo menos la luminancia

$V = (B-Y) \rightarrow$ información del azul menos la luminancia

Como tenemos la información de la luminancia independiente es fácil calcular los valores de rojo (R) y azul (B) mediante una ecuación simple (sabemos U, V e Y, por lo tanto se trata de despejar la incógnita de R y B en cada caso).

Una vez conocemos los valores de R y B, podemos volver a la fórmula que define a la luminancia ($Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B$) para despejar el valor del color verde (G) que es el único que nos faltaría por saber y así recomponer la imagen con los colores y el brillo correctos.

Señal de vídeo RGB

En la norma RGB se utiliza un canal independiente para cada componente de color. Es el formato natural tanto de los equipos de captación como de reproducción.

En este tipo de señal, la luminancia o brillo no se trata de forma independiente, sino que dependerá de la intensidad de cada uno de los colores primarios.

Esta intensidad en codificación digital de 8 bits queda representada en 256 valores diferentes (de 0 a 255) por cada uno de los colores primarios, de tal manera que el rojo puro corresponderá (255, 0, 0); el verde puro a: (0, 255, 0); y el azul puro: (0, 0, 255). Como consecuencia de esto, el blanco (que como hemos visto es la suma total de los tres colores primarios en el

sistema aditivo) será representado como (255, 255, 255) y el negro como (0, 0, 0).

Para expresar los colores de una forma más sencilla se utiliza la *codificación hexadecimal*, de tal modo que F es el valor máximo y 0 el mínimo, quedando la intensidad del color primario representada por pares: FF0000 = rojo; 00FF00 = verde; 0000FF = azul; FFFFFFFF = blanco; 000000 = negro.

La señal RGB hace uso comúnmente de conexiones con euroconector, BNC, RCA (con un conector por cada color) o con un VGA.



Figura 10 Conector para señal de vídeo RGB. (Fotografía cortesía de Juan Pedro Ramos)

Los estándares de vídeo digital

Radiodifusión digital

La llegada de la televisión digital supuso un cambio tan importante como el paso del blanco y negro al color. No solo ha aportado imágenes de una mayor calidad, sino que también ha abierto las puertas a servicios como la recepción móvil de televisión, la interactividad, la televisión a la carta o los servicios multimedia.

En Europa, el consorcio DVB (*Digital Video Broadcasting*) fue el encargado de elaborar los distintos estándares para la radiodifusión digital a principio de los años 90. Los estándares más utilizados en la actualidad son el DVB-S, para transmisiones por satélite; el DVB-C, para transmisiones por cable; y el DVB-T para transmisiones de televisión digital terrestre.

Pero igual que ocurrió en su día para las normas de televisión en color, para la digitalización de la televisión han surgido otros estándares en el mundo. Para la televisión digital terrestre, los Estados Unidos han adoptado su propio sistema ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) y Japón el sistema ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*). El resto de los países del mundo han adoptado uno u otro sistema según sus intereses y acuerdos comerciales. Cabe destacar también la norma brasileña que es una adaptación del modelo japonés, que ha tenido muy buena acogida en el continente sudamericano.

Codificación binaria y submuestreo de color

La Televisión Digital codifica la señal de forma binaria. Esto permite reproducir una imagen idéntica al original al final de una cadena de transmisión, sin ninguna pérdida y sin incorporación de ruido. Pero para reducir el ancho de banda necesario para la transmisión se utiliza una técnica de codificación denominada submuestreo de color.

El submuestreo de color es un sistema de codificación por el que se reduce la información de croma de la señal aprovechando que la visión humana es más sensible al brillo que al color.

La norma para aplicaciones profesionales de video digital es el submuestreo de color 4:2:2, que establece 4 muestreos para la luminancia (Y) y tal solo dos muestreos para cada una de las señales de diferencia de color (U y V). Todos los píxeles llevan información de luminancia, pero solo uno de cada dos lleva la información de color. Esta norma se utiliza para la transmisión de televisión digital y la pérdida de información de color no es perceptible.

Para aplicaciones de postproducción que utilizan el color como llave, tipo chroma-keys, máscaras, etc.; así como los ordenadores multimedia que trabajan en RGB se utiliza un submuestreo de color de mayor calidad denominado 4:4:4. En esta norma, se toman muestras de luminancia (Y) y color (U y V) para todos los píxeles que conforman la imagen. Por tanto a partir de la codificación 4:4:4 se puede recomponer con toda su resolución la señal RGB para aplicaciones de edición y postproducción de alta calidad.

Para situaciones que requieren menor calidad y menor ancho de banda de transmisión, como puede ser la producción de periodismo electrónico (programas informativos de TV) y las aplicaciones de vídeo doméstico, se utiliza el submuestreo de color 4:1:1 o 4:2:0. En este caso se codifica solamente la información de color de uno de cada cuatro píxeles: todos los píxeles activos tienen información de brillo pero solo una cuarta parte tienen información color. Aunque tenga menos registros de color que la norma 4:2:2, la percepción humana no lo detecta, cumpliéndose con los objetivos de comprimir la señal sin pérdida de *calidad subjetiva*. Sin embargo esta norma no sería adecuada para su uso en aplicaciones de postproducción que requieren la información completa de color de cada píxel. La norma 4:2:0 se diferencia de la 4:1:1 en que se toman muestras de color en líneas alternativas en sentido vertical, lo que ofrece una resolución colorimétrica horizontal igual a la vertical. Los resultados en términos de color serán imperceptibles en los tipos de programas en que se mueve el periodismo electrónico y la producción ligera *broadcast*, convirtiendo este formato en apropiado para documentales, debates, informativos, entrevistas y vídeo institucional.

La Alta Definición (HD)

La televisión digital ha permitido la implantación de estándares de vídeo con mayor resolución que el estándar de televisión PAL y el NTSC. La Alta Definición admite mayores resoluciones que los sistemas de vídeo anteriores, con resoluciones de 1280 × 720 y 1920 × 1080 píxeles.

Las grandes cadenas de televisión americanas y europeas emiten actualmente en formatos de alta definición 1080i (i=entrelazado [*interlaced*]) y 720p (p=progresivo [*progressive*]). No obstante, los nuevos estándares de compresión como el codec H264 reducen bastante el ancho de banda necesario, por lo que todo hace presuponer un mayor uso de 1080p con exploración progresiva, incluso a velocidades de 50 o 60 cuadros por segundo, particularmente útil en acontecimientos deportivos.

Glosario

Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR)

El CCIR es uno de los antiguos órganos de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) que determinaron las normas de exploración, modulación y transmisión de la señal de televisión en 1945.

El DVB (Digital Video Broadcasting)

El DVB es un organismo encargado de regular y proponer los procedimientos para la transmisión de señales de televisión digitales compatibles. Está constituido por más de 220 instituciones y empresas de todo el mundo y los estándares propuestos han sido ampliamente aceptados en Europa y casi todos los continentes, con la excepción de Estados Unidos y Japón donde coexisten con otros sistemas propietarios.

Referencias

- Brinkmann, Ron (2008), The art and science of digital composing (Third edition). Morgan Kaufman.
- Digital Video Broadcasting Project (DVB). Normas de Televisión Digital. Disponible en <http://www.dvb.org/>
- Machado, T. B. (Ed.). (2003). *Televisión Digital* (2 ed.): I. G. Afanias. Colección Beta. Temas audiovisuales.